А. Г. Соболевский

ТЕСТЕРЫ и АВОМЕТРЫ





ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

(Справочная серия)

Выпуск 479

А. Г. СОБОЛЕВСКИЙ

ТЕСТЕРЫ И АВОМЕТРЫ



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

МОСКВА 1963 ЛЕНИНГРАД

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:
Берг А. И., Бурдейный Ф. И., Бурлянд В. А., Ванеев В. И., Геништа Е. Н., Джигит И. С., Канаева А. М., Кренкель Э. Т., Куликовский А. А., Смирнов А. Д., Тарасов Ф. И., Шамшур В. И.

УДК 621.317.791
С54

Справочник содержит основные сведения о работе с тестерами и авометрами — комбинированными многопредельными приборами, предназначенными для измерения тока, напряжения и сопротивления. В нем указаны электрические данные приборов, наиболее распространенных в практике радиолюбителей, приведены принципиальные схемы этих приборов и даны рисунки, поясняющие включение приборов при различных измерениях.

Предназначен для широкого круга радиолюбителей.

СОДЕРЖАНИЕ

Соболевский Анатолий Георгиевич

Тестеры и авометры. М. — Л., Госэнергоиздат, 1963
40 стр. с. илл. (Массовая радиобиблиотека. Вып. 479)

Редактор *Ф. И. Тарасов* Техн. редактор *Н. А. Бульдяев*
Обложка художника *А. М. Кувшинникова*

Сдано в набор 5/IV—1963 г. Подписано к печати 23/VII—1963 г.
Тираж 1000 000 экз. Цена 09 коп. Зак. 407
Т-10022 Бумага 84×108¹/₃₂ 2,05 печ. л. Уч.-изд. л. 2,3

Типография № 4 Госстройиздата, г. Подольск, ул. Кирова, д. 25

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РАБОТЕ С КОМБИНИРОВАННЫМИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМИ ПРИБОРАМИ

Многопредельные комбинированные измерительные приборы (тестеры и авометры), описанные в этом справочнике, в большинстве своем предназначены для измерения тока, напряжения и сопротивления постоянному току в радиотехнической и другой слаботочной аппаратуре. Они рассчитаны на применение как в лабораторных, так и в цеховых и полевых условиях и поэтому оформлены в виде переносных конструкций.

Точность измерительного прибора определяется его основной погрешностью или классом точности. Основная погрешность при измерении токов и напряжений выражается в процентах от номинального (наибольшего) значения шкалы прибора.

При измерении сопротивления и емкости основная погрешность прибора выражается в процентах от рабочей длины шкалы, причем рабочей длиной принято считать 0,9 фактической длины шкалы прибора.

Точность приборов, описанных в справочнике, в большинстве не выше 2,5%. И только у некоторых приборов класс точности достигает 1,5 (например, прибор типа Ц-52). Это не случайно, ибо радиолюбителю и радиомастеру нет нужды иметь в своем распоряжении очень точные приборы. В радиоаппаратуре в подавляющем большинстве случаев отклонения значений токов и напряжений на 5 и даже 10% от номинала не играют заметной роли. Отсюда и необходимая точность измерений может быть не выше четвертого класса точности.

Основные характеристики многопредельных комбинированных измерительных приборов широкого назначения приведены в приложении 1. К таким характеристикам относятся виды измерений и их пределы, частотный диапазон, основные погрешности по отдельным видам измерений и, наконец, входное сопротивление прибора при измерении напряжения.

Чтобы действительные погрешности прибора не выходили за допустимые пределы, прибор в процессе измерения должен находиться в так называемых нормальных условиях, причем чем выше необходимая точность измерения, тем тщательнее приходится соблюдать эти условия. Температура в помещении, в котором производится измерение, должна быть порядка 20°С. Прибор должен быть установлен в положение, указанное в инструкции (обычно — горизонтальное). Отклонение от этого положения более чем на 30° вызывает значительное увеличение основной погрешности

прибора. При установке прибора его необходимо защищать от электрических полей и других наводок. Подвижная система прибора должна быть правильно отрегулирована, т. е. стрелка прибора установлена на нуль шкалы корректором.

Однако соблюдение только нормальных условий эксплуатации еще не гаранитрует получение заданной точности измерения. Очень большое значение имеют правильное включение прибора в исследуемую цепь и соблюдение правил измерений.

Обычно многопредельные комбинированные приборы снабжены набором соединительных проводов со съемными щупами и наконечниками. Для подключения соединительных проводов к прибору пользуются штеккерами, если в приборе имеются гнезда для включения, или плоскими наконечниками, если прибор имеет соответствующие зажимы. Для подключения соединительных проводов к исследуемой цепи применяют щупы, плоские наконечники и зажимы «крокодил». Щупы предназначены для кратковременного подключения прибора к исследуемой цепи, например, при замере напряжения или сопротивления. При измерении тока или при использовании прибора в качестве индикатора удобнее применять зажимы «крокодил».

Очень большое значение имеет выбор места включения прибора в исследуемую цепь. При этом надо иметь в виду, что подключение измерительного прибора не должно выводить схему из рабочего состояния, так как иначе результаты измерений дадут неверное представление о работе радиоаппарата. Нарушение рабочего состояния схемы происходит из-за присоединения к ее элементам соединительных проводов измерительного прибора, которые могут вызвать паразитные связи между ее отдельными участками, а также из-за влияния внутреннего сопротивления прибора, которое изменяет сопротивление измеряемого участка.

Градуировка прибора действительна лишь для определенной полосы частот, оговоренной техническими условиями на данный прибор. Обычно приборы выпрямительной системы градуируются на переменном токе синусоидальной формы частотой 50 *гц*. При измерении на других частотах в пределах диапазона, допустимого техническими условиями, основная погрешность прибора несколько увеличивается.

После выбора схемы измерения и установки прибора в рабочее положение необходимо подготовить прибор к нужному виду и пределу измерения. Если неизвестна примерная величина измеряемого напряжения или тока, то для начала следует установить на приборе наибольший предел, чтобы избежать перегрузки прибора и резких бросков стрелки, которые могут повредить его подвижную систему. Следует особо отметить, что нельзя производить какие-либо переключения в приборе под током, так как при этом можно испортить прибор или нарушить его градуировку.

Для измерения сопротивлений прибор предварительно надо откорректировать, т. е. установить стрелку на нуль шкалы омметра. Для этого прибор включают по схеме омметра, замыкают щупы и ручкой установки нуля омметра стрелку прибора устанавливают на нуль шкалы (заметим, что нуль на шкале омметра справа).

При переходе на другой предел измерения необходимо проверить установку стрелки прибора на нуль шкалы омметра. По

окончании измерения сопротивления во избежание бесполезной разрядки батареи питания схемы омметра прибор надо переключить на другой вид измерений.

ТЕСТЕР ТТ-1

Комбинированный многопредельный измерительный прибор ТТ-1 предназначен для измерения постоянного и переменного на-

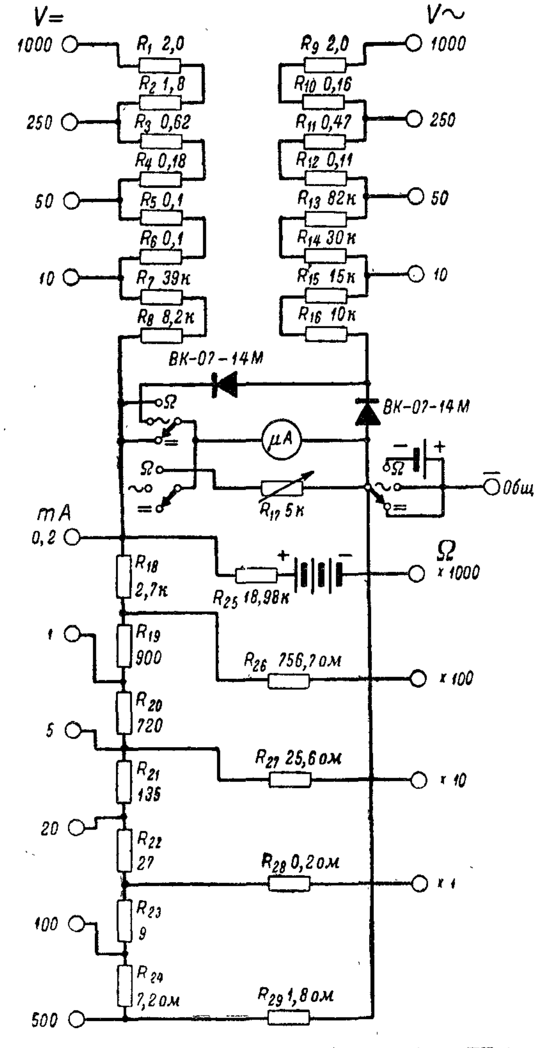


Рис. 1. Принципиальная схема прибора ТТ-1.

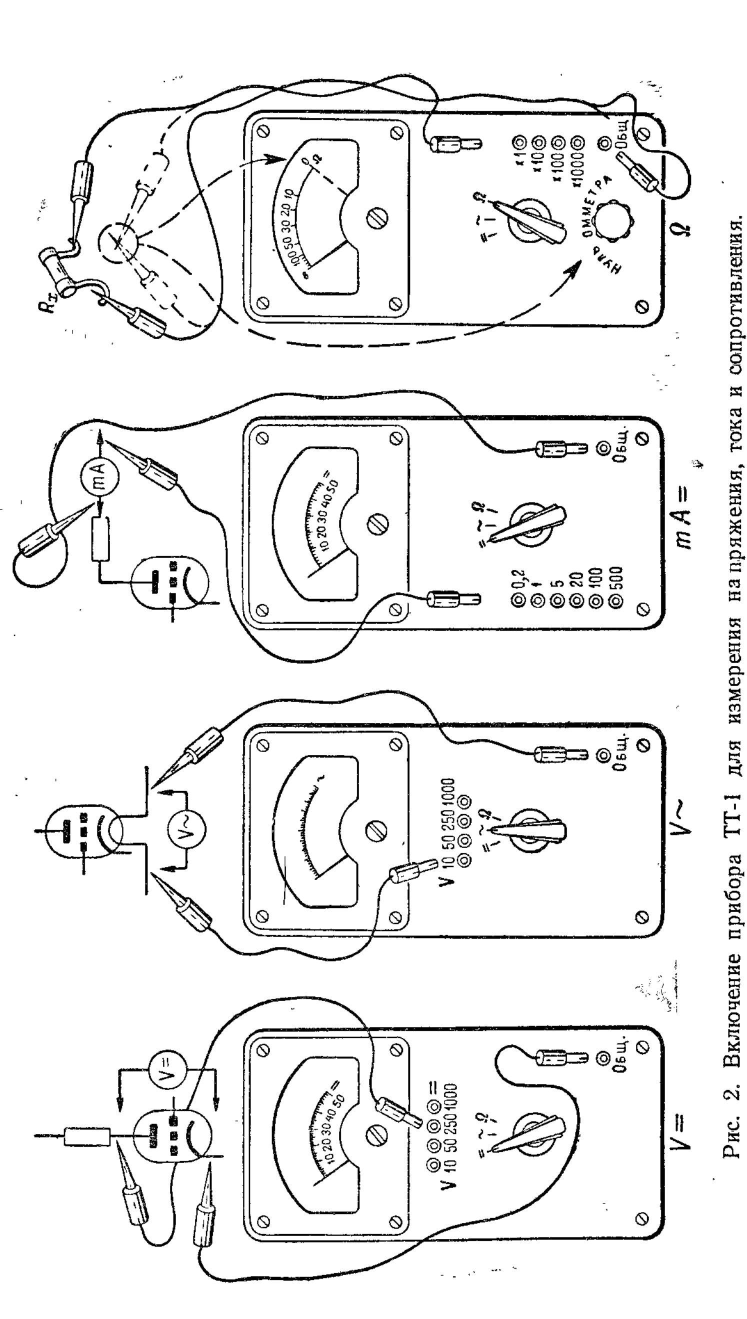


Рис. 2. Включение прибора ТТ-1 для измерения напряжения, тока и сопротивления.

пряжения, постоянного тока и сопротивления. Размеры прибора 75×115×215 *мм*.

Схема и конструкция. Принципиальная схема прибора приведена на рис. 1. Измерение постоянного тока производится стрелочным микроамперметром μA с шунтами из сопротивлений R_{18}—R_{24} и R_{29}. При измерении постоянного напряжения последовательно со стрелочным измерителем включаются добавочные сопротивления R_1—R_8, а при измерении переменного напряжения сопротивления R_9—R_{16} (через купроксный выпрямитель).

Для питания схемы омметра служат четыре гальванических элемента 1,3 ФМЦ-0,25, укрепленных в корпусе прибора. На пределах измерения ×1, ×10, ×100 используется только один, а на пределе ×1 000 все четыре элемента. Установка стрелки прибора на нуль шкалы омметра производится переменным сопротивлением R_{17}, ручка которого выведена на переднюю панель.

Выбор вида измерения производится переключением, а выбор нужного предела измерения — установкой штеккера соединительного провода в соответствующее гнездо на передней панели.

Стрелочный измеритель и органы управления размещены на передней панели. На ней же смонтированы все детали схемы прибора. Панель укреплена в карболитовом корпусе.

Измерение напряжения, тока и сопротивления. Включение прибора для этих измерений показано на рис. 2.

ТЕСТЕР ТТ-3

Многопредельный комбинированный прибор ТТ-3 предназначен для измерения постоянного тока и напряжения, переменного напряжения, а также сопротивления. Размеры прибора 65×110×135 *мм*.

Схема и конструкция. Принципиальная схема прибора приведена на рис. 3. При измерении постоянного напряжения последовательно со стрелочным измерителем μA включаются дополнительные сопротивления R_1—R_7, а при измерении переменного напряжения сопротивления R_{24}—R_{31} и полупроводниковые диоды. При измерении тока параллельно стрелочному измерителю включается шунт из сопротивлений R_{18}—R_{23}.

Питание схемы омметра на пределах измерения ×1, ×10 и ×100 осуществляется от гальванического элемента 1,3 ФМЦ-0,25, к которому на пределе измерения ×1 000 добавляется еще один такой же элемент. На пределе измерения ×10 000 для питания схемы омметра необходим внешний источник с постоянным напряжением 24—30 *в*. Установка стрелки прибора на нуль шкалы омметра производится переменным сопротивлением R_{17}, ручка которого выведена на переднюю панель.

Для выбора вида и предела измерения служит общий переключатель. Он выполнен отдельным блоком и укреплен на передней панели. На этой же панели смонтированы все остальные детали схемы прибора.

Панель помещена в кожух, в котором имеются специальные держатели для гальванических элементов. Доступ к ним возможен через съемную крышку кожуха.

При транспортировке прибора переключатель должен быть установлен в положение *0*. При этом подвижная система измери-

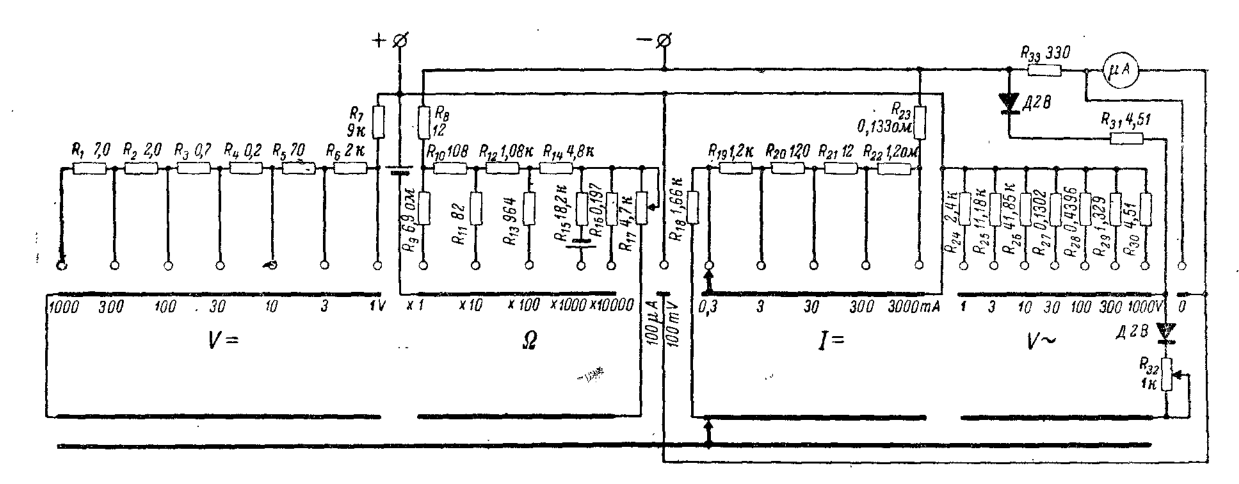


Рис. 3. Принципиальная схема прибора ТТ-3.

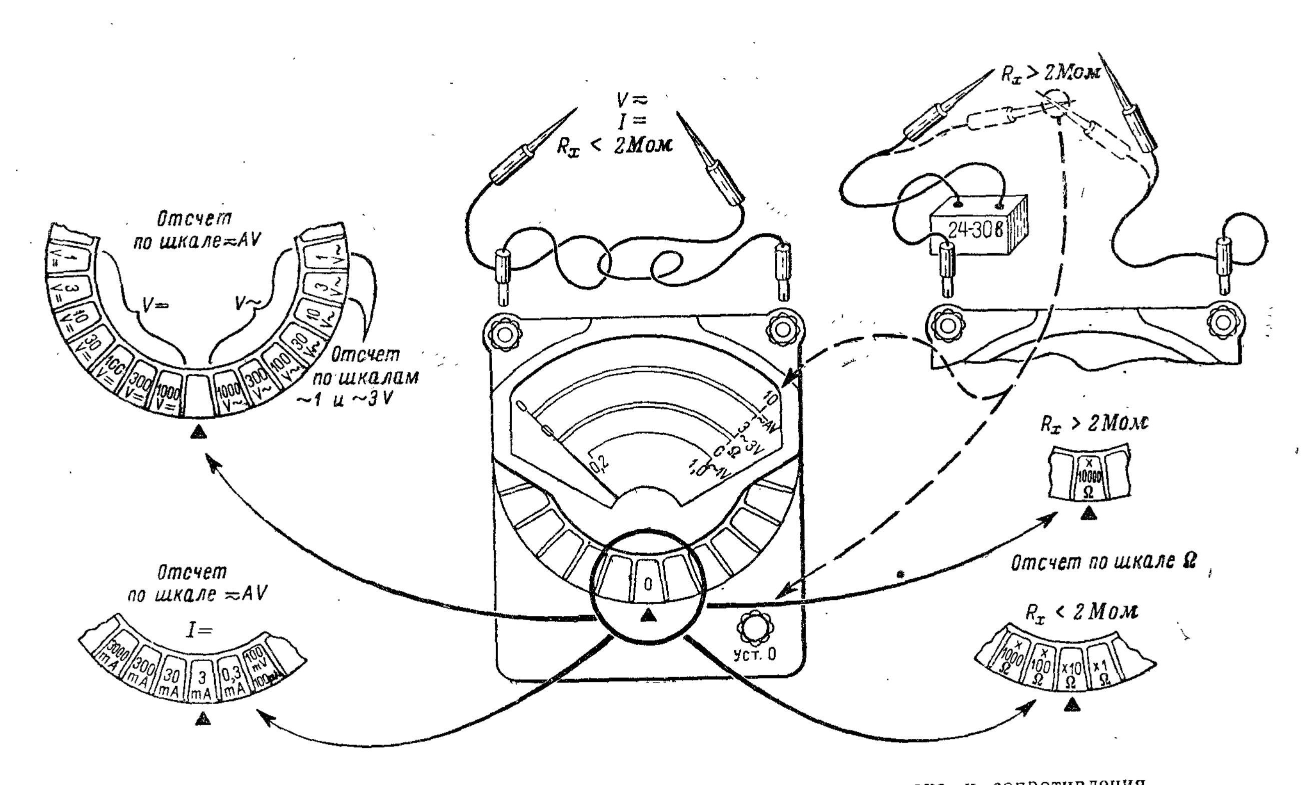


Рис. 4. Включение прибора ТТ-3 для измерения напряжения, тока и сопротивления.

теля оказывается замкнутой накоротко, что обеспечит значительное ее успокоение при тряске.

Измерение напряжения, тока и сопротивления. Включение прибора для этих измерений показано на рис. 4.

АМПЕРВОЛЬТОММЕТР ПР-5М

Прибор ПР-5М предназначен для измерения постоянного тока и напряжения, переменного напряжения и сопротивления. Размеры прибора 78×169×175 *мм.*

Схема и конструкция. Принципиальная схема прибора приведена на рис. 5. Параллельно микроамперметру μA постоянно включен универсальный шунт из сопротивлений R_5—R_9. Постоянное измеряемое напряжение подводится к стрелочному измерителю через добавочные сопротивления R_{14}—R_{17}, а переменное напряжение через сопротивления R_{18}—R_{21}.

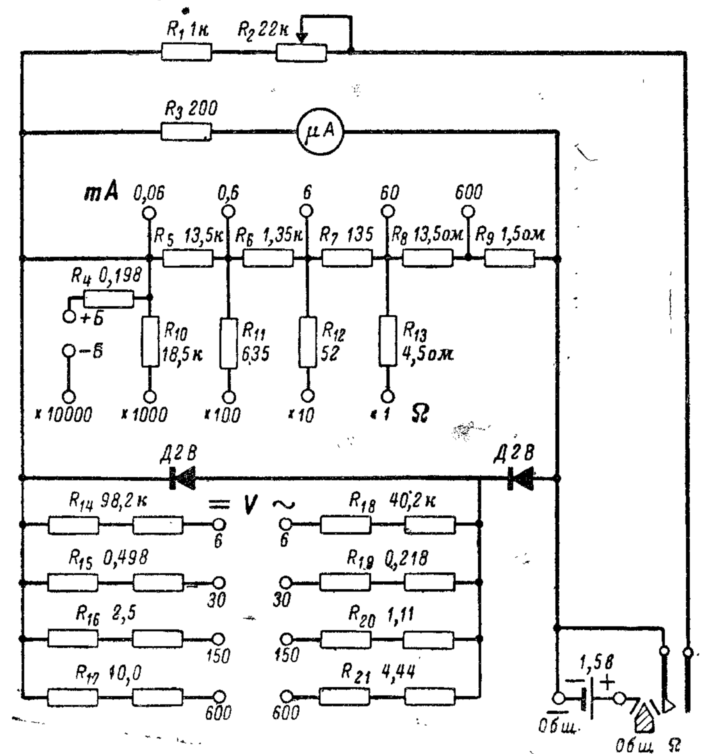


Рис. 5. Принципиальная схема прибора ПР-5М.

Источником питания при измерении сопротивления служит гальванический элемент от батареи 3,7 ФМЦ-0,5. Установка стрел-

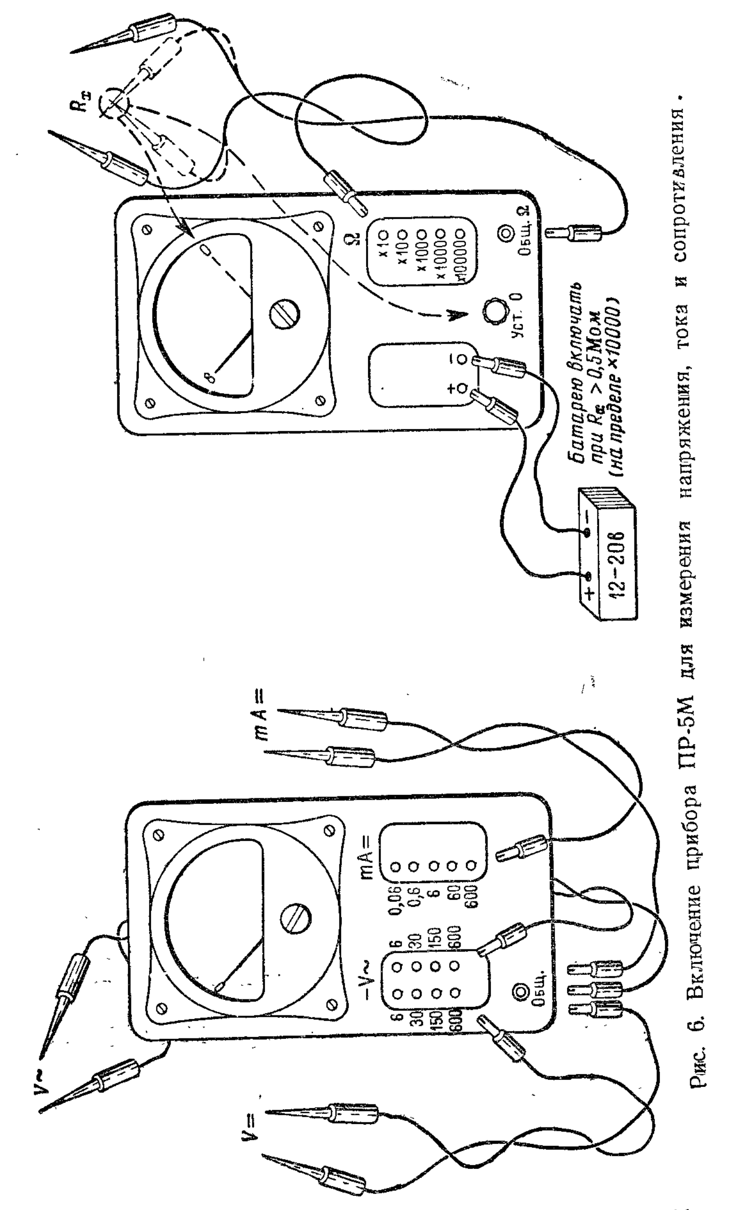


Рис. 6. Включение прибора ПР-5М для измерения напряжения, тока и сопротивления.

ки прибора на нуль шкалы омметра производится переменным сопротивлением R_2. Для измерений на пределе $\times 10\,000$ (для $R_x > 0{,}5$ *Мом*) необходим внешний источник с постоянным напряжением 12—20 *в*.

Прибор позволяет измерять напряжение установленного в нем гальванического элемента для питания омметра. Для этого надо соединить гнезда 6 *в* с гнездом *Общ.* Ω, причем штеккер в это гнездо надо вставлять не до отказа.

Выбор вида и предела измерения производится посредством штеккеров, вставляемых в соответствующие гнезда на передней панели прибора. На этой же панели смонтированы все детали схемы и стрелочный измеритель. Панель помещена в корпус прибора, задняя стенка которого съемная (для доступа к элементу питания омметра).

Измерение напряжения, тока и сопротивления. Включение прибора для этих измерений показано на рис. 6.

Прибор допускает на пределе $\times 10\,000$ измерение сопротивлений более 5 *Мом*. Для этого к гнездам — и + надо подключить источник постоянного напряжения в 130—200 *в* последовательно с сопротивлением в 1,8 *Мом*. Измеряемое сопротивление подключают к гнездам *Общ.* Ω и $\times 10\,000$, а отсчет по шкале умножают на 100 000.

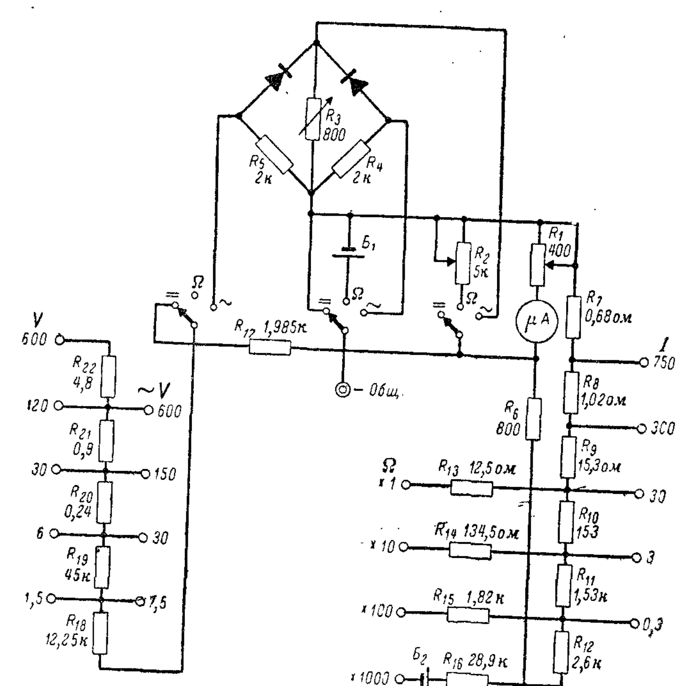


Рис. 7. Принципиальная схема прибора Ц-20.

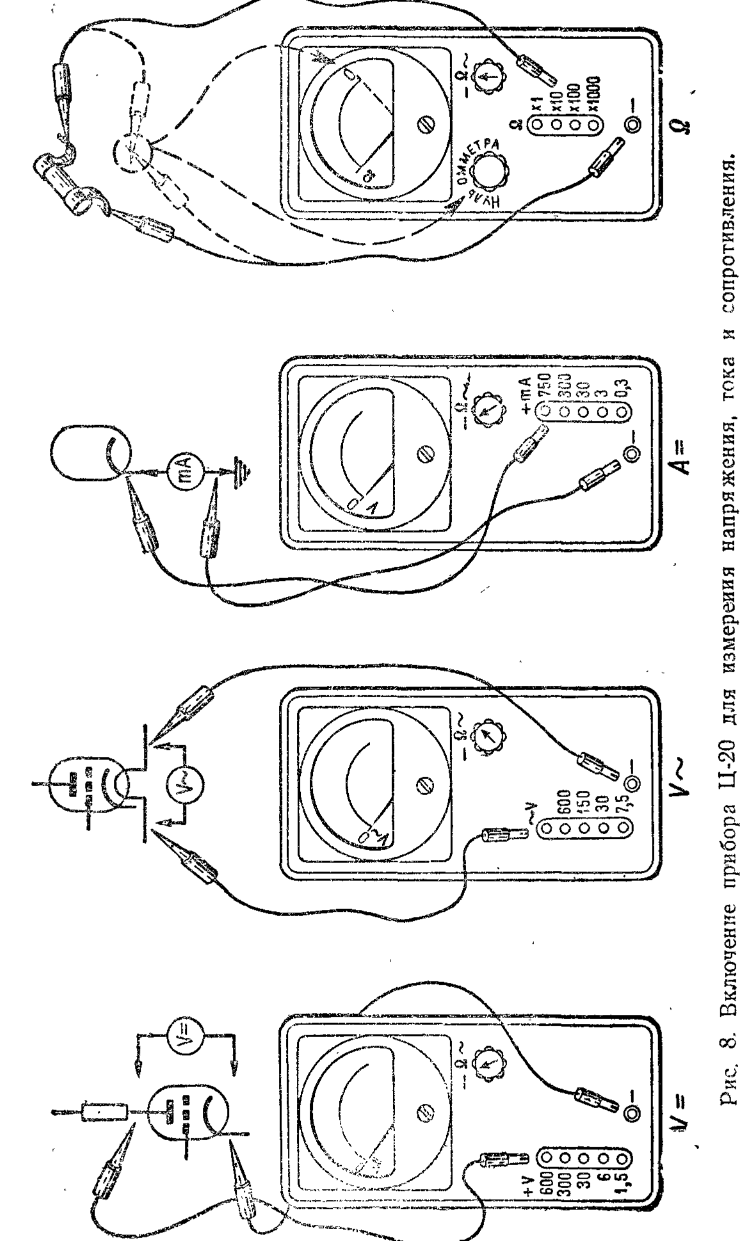


Рис. 8. Включение прибора Ц-20 для измерения напряжения, тока и сопротивления.

3 Зак. 407

АМПЕРВОЛЬТОММЕТР Ц-20

Комбинированный многопредельный измерительный прибор Ц-20 предназначен для измерения постоянного тока и напряжения, переменного напряжения и сопротивления. Этот прибор часто применяется при ремонте радиотехнической аппаратуры, а также в радиолюбительской практике. Размеры прибора 75×208×213 *мм.*

Схема и конструкция. Принципиальная схема прибора приведена на рис. 7. Для измерения постоянного тока используется часть схемы с микроамперметром μ*A* и шунтами R_7—R_{12}. При измерении постоянного напряжения к микроамперметру подключаются добавочные сопротивления R_{17}—R_{22} (непосредственно), а при измерении переменного напряжения сопротивления R_{18}—R_{21} (через выпрямитель).

Схема для измерения сопротивления включает в себя микроамперметр, источники питания $Б_1$ (два гальванических элемента 1,3 ФМЦ-0,25 или один элемент от батареи 4,1 ФМЦ-0,7, или три элемента 102 АМЦ, соединенных последовательно, для измерения на пределе ×1 000) и сопротивления R_6 и R_{10}—R_{16}. Установка стрелки прибора на нуль шкалы омметра производится переменным сопротивлением R_2, ручка которого выведена на переднюю панель.

Выбор вида измерения производится переключателем, а пределы измерения посредством штеккеров, вставляемых в соответствующие гнезда на передней панели прибора. На этой же панели смонтированы все детали схемы и стрелочный измеритель. Панель помещена в корпус прибора, в котором имеются держатели для источников питания.

Измерение напряжения, тока и сопротивления. Включение прибора для этих измерений показано на рис. 8.

МНОГОПРЕДЕЛЬНЫЙ ПЕРЕНОСНЫЙ ПРИБОР Ц-52

Прибор предназначен для измерения постоянного тока и напряжения, переменного тока и напряжения, сопротивления, емкости и уровня передачи. Размеры прибора 80×110×205 *мм.*

Схема и конструкция. Принципиальная схема прибора приведена на рис. 9. Выбор вида измерения и нужного предела производится переключателем $П_1$, а выбор рода измеряемого тока (постоянный или переменный) переключателем $П_2$. Ручки этих переключателей выведены на переднюю панель прибора.

Схема для измерения постоянного тока состоит из микроамперметра μ*A* с шунтами R_{28}—R_{39}. При измерении переменного тока микроамперметр с шунтами R_{28}—R_{36} включается в диагональ моста, образованного вентилями B_3 и B_4 и сопротивлениями R_{46} и R_{47}.

Для измерения постоянного напряжения микроамперметр включается последовательно с добавочными сопротивлениями R_7—R_{22}, а при измерении переменного напряжения микроамперметр с добавочными сопротивлениями R_5, R_6 и R_8—R_{15} включается в диагональ моста, образованного вентилями B_1 и B_2 и сопротивлениями R_{46} и R_{47}. На шкалах 3 и 7.5 *в* измерение переменного напряжения производится по схеме измерения переменного тока с дополнительными сопротивлениями R_1 и R_2.

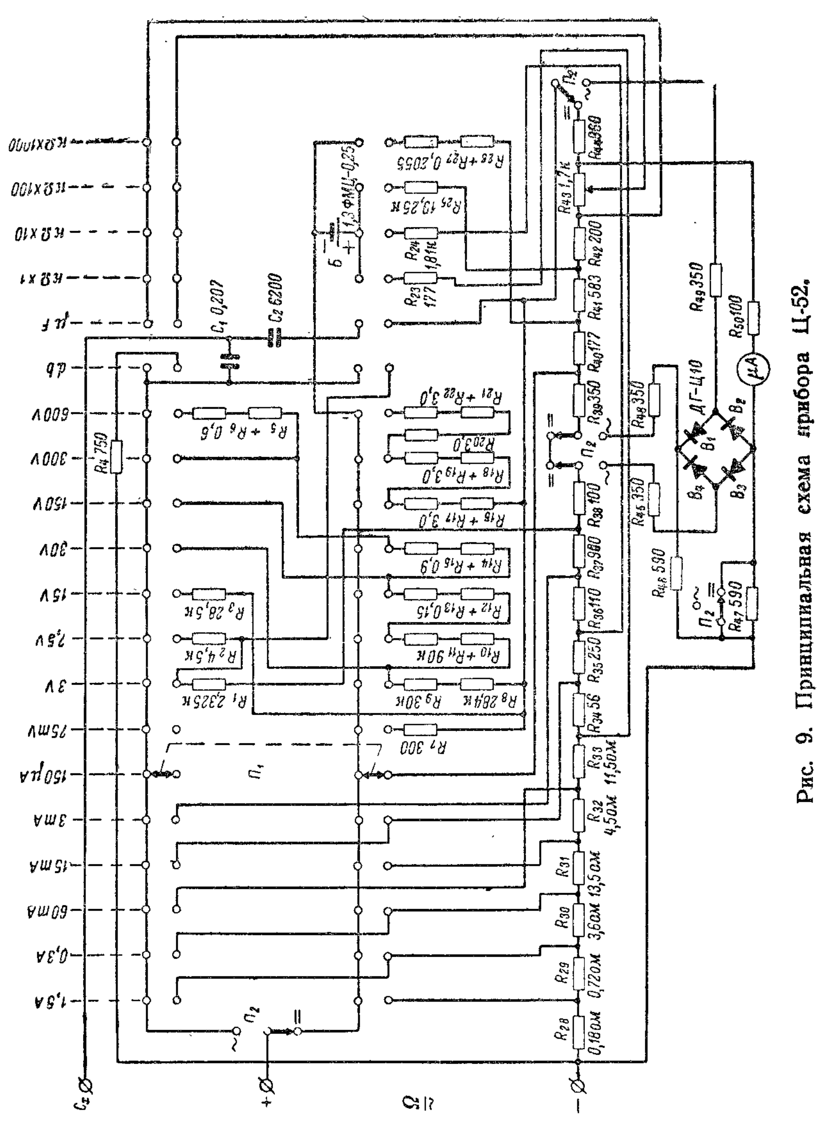


Рис. 9. Принципиальная схема прибора Ц-52.

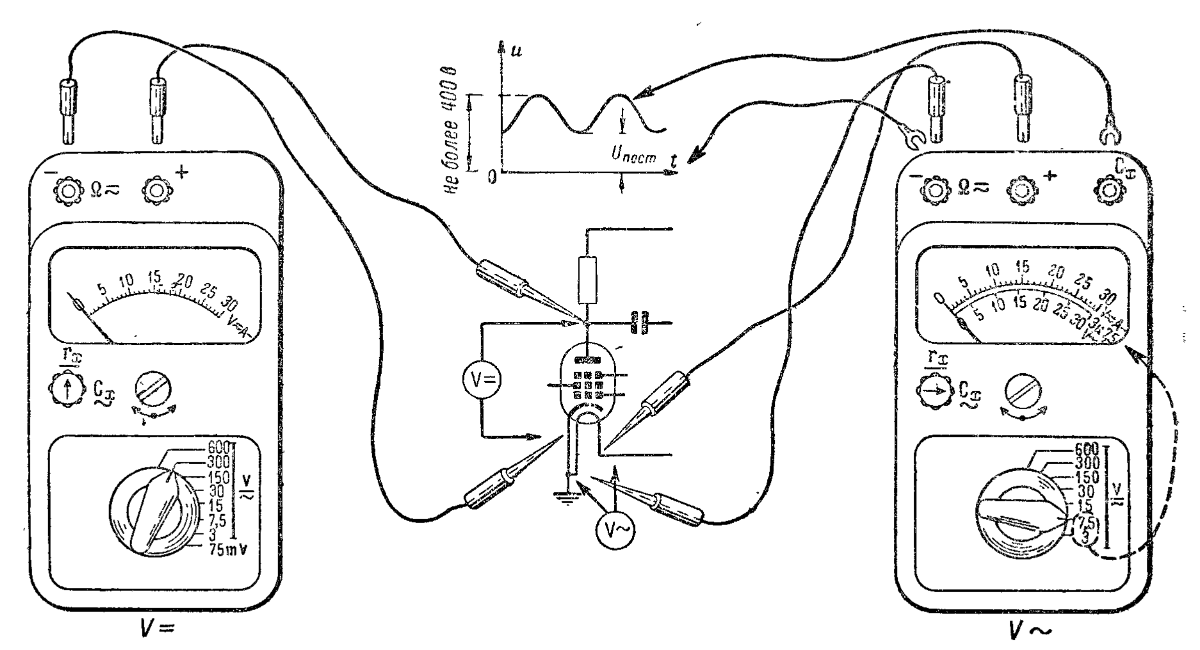


Рис. 10. Включение прибора Ц-52 для измерения постоянного и переменного напряжения.

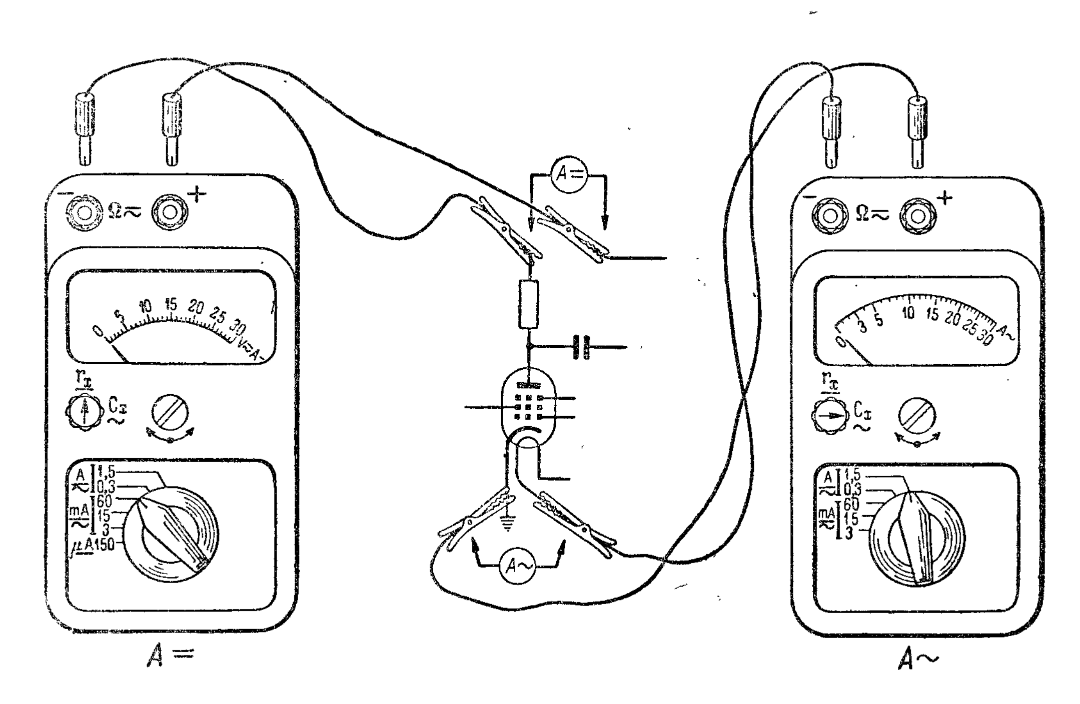


Рис. 11. Включение прибора Ц-52 для измерения постоянного и переменного тока.

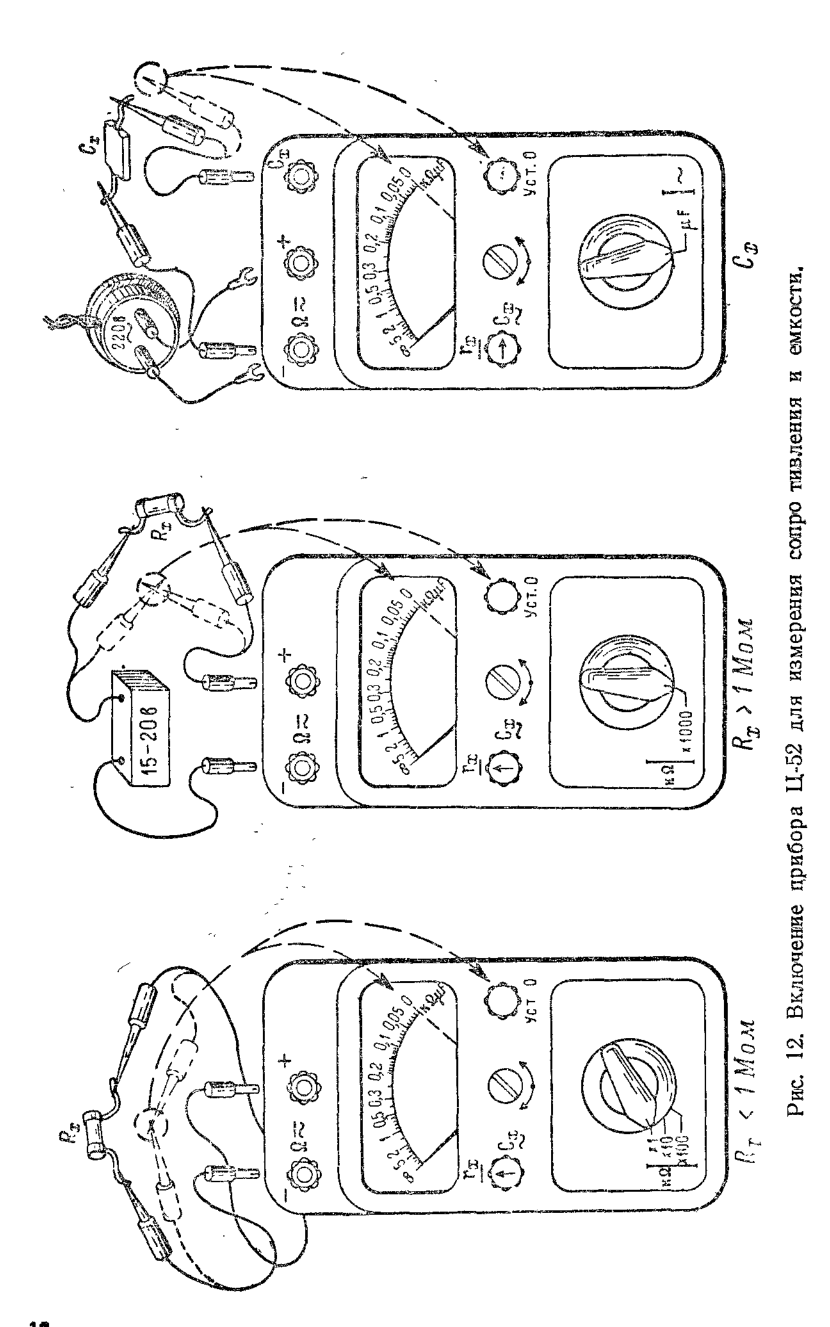


Рис. 12. Включение прибора Ц-52 для измерения сопро тивления и емкости.

Измерение сопротивления производится по схеме последовательного соединения микроамперметра с шунтами и добавочными сопротивлениями, источником питания *Б* (укреплен внутри корпуса прибора) и измеряемым сопротивлением. При измерении на пределе ×1 000 необходим внешний источник питания. Установка стрелки прибора на нуль шкалы омметра производится потенциометром R_{43}, ручка которого выведена на переднюю панель.

Схема для измерения емкости состоит из образцовых конденсаторов C_1 и C_2 (емкости составлены из двух конденсаторов каждая), которые подобраны так, что при напряжении на входных зажимах 220 *в* (частота 50 *гц*) стрелка микроамперметра отклоняется на всю шкалу. Измеряемая емкость шунтирует прибор, уменьшая ток через него. Для компенсации изменения напряжения питания служит то же переменное сопротивление R_{43}, что и для установки стрелки прибора на нуль шкалы омметра.

Измерение уровня передачи производится по схеме вольтметра с пределом измерения 3 *в*. При этом входное сопротивление прибора равно примерно 600 *ом* (за счет подключения параллельно входным зажимам сопротивления R_4).

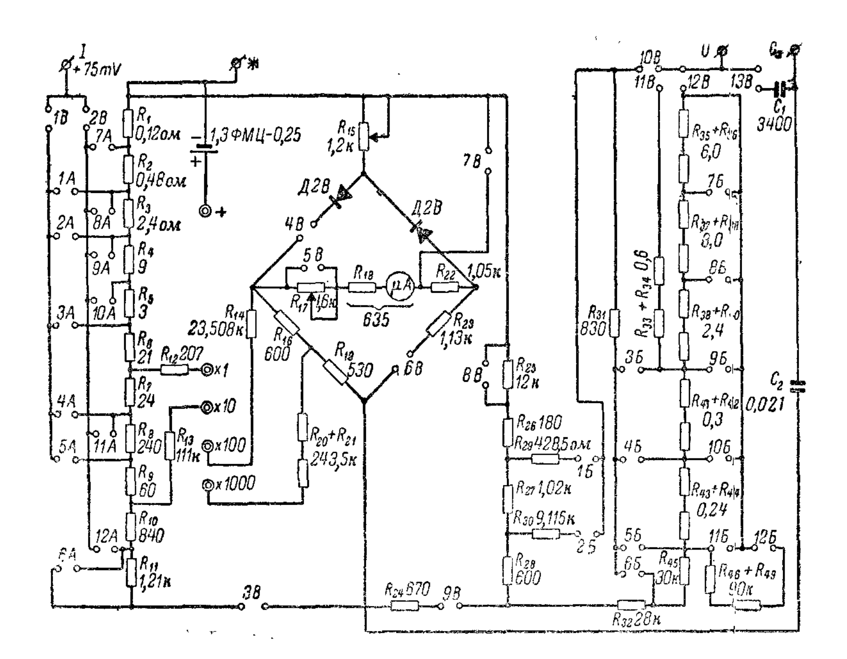
Измерение постоянного и переменного напряжения. Включение прибора для измерения напряжений показано на рис. 10. При измерении переменного напряжения *u* с наложенным постоянным напряжением $U_{пост}$ прибор включается так, как показано на рис. 10 справа (напряжение подводится через зажимы — и C_x). При этом дополнительная погрешность показаний прибора, обусловленная наличием емкостного сопротивления конденсатора C_1, будет меньше 1%, если произведение частоты измеряемого напряжения (в герцах) на выбранный предел измерения (в вольтах) больше 3 000. Величина измеряемого напряжения не должна быть больше рабочего напряжения конденсатора (400 *в*).

Измерение постоянного и переменного тока. Включение прибора для измерения тока показано на рис. 11.

Измерение сопротивления и емкости. Включение прибора для этих измерений показано на рис. 12.

Измерение уровня передачи. При измерении уровня следует иметь в виду, что шкала *db* прибора (на рисунках не показана) отградуирована так, что нулевой отметке соответствует напряжение 0,775 *в*, т. е. отсчет по этой шкале характеризует непосредственно абсолютный уровень по напряжению. Для измерения уровня необходимо переключатель рода измерений установить в положение C_x. Переключатель пределов измерения устанавливается против обозначения *V*≃ в положение *3* или *7,5* (выбирается из тех соображений, что в положении *3* сопротивление прибора равно 3 *ком*, а в положении *7,5* оно равно 7,5 *ком*). Для получения неискаженных результатов измерений сопротивление прибора должно быть много больше сопротивления нагрузки, на котором производится измерение уровня напряжения. Соединительные провода надо подключить к зажимам — и + и к исследуемому участку цепи.

Отсчет уровня производится по шкале *db* непосредственно в децибелах, если измерение производится на пределе *3*. Если же для измерения выбран предел *7,5*, то к прочитанному по шкале результату надо прибавить 8 *дб*. Наконец, если сопротивление нагрузки, на которой происходит измерение уровня, равно 600 *ом*, то прибор можно включить вместо этой нагрузки. В этом случае



Переключатель А

Предел измерения	Контакты											
	1А	2А	3А	4А	5А	6А	7А	8А	9А	10А	11А	12А
1,5 А	●						●					
0,3 А		●						●				
60 mA			●						●			
15 mA				●						●		
3 mA					●						●	
150 μA												●
75 mV						●						●

Переключатель Б

Предел измерения	Контакты											
	1Б	2Б	3Б	4Б	5Б	6Б	7Б	8Б	9Б	10Б	11Б	12Б
600 V												
300 V			●				●					
150 V				●				●				
30 V					●				●			
15 V						●				●		
7,5 V		●									●	
3 V	●											●
db	●											

Переключатель В

Вид измерения	Контакты												
	1В	2В	3В	4В	5В	6В	7В	8В	9В	10В	11В	12В	13В
r_x			●				●						
$-I$		●	●		●		●					●	
$-U$		●			●		●		●			●	
$\sim I$	●			●	●	●				●	●		
$\sim U$	●			●	●	●		●	●	●	●		
C_x				●		●							●

Рис. 13. Принципиальная схема прибора Ц-57.

переключатель пределов измерений следует установить в положение db и отсчет производить по шкале db непосредственно в децибелах.

КОМБИНИРОВАННЫЙ ПЕРЕНОСНЫЙ ПРИБОР Ц-57

Многопредельный прибор Ц-57 предназначен для измерения постоянных и переменных токов и напряжений, сопротивления, емкости и уровня передачи. Размеры прибора 84×110×205 *мм*.

Схема и конструкция. Принципиальная схема прибора изображена на рис. 13. Выбор вида измерения, т. е. подготовка прибора к измерению постоянного или переменного напряжения и тока, сопротивления или емкости, производится переключателем *В*, ось которого выведена на переднюю панель и снабжена ручкой с обозначениями — и ≈. Два других переключателя *А* и *Б* позволяют выбрать нужный предел измерения, причем переключатель *А* устанавливает предел измерения по току, а переключатель *Б* — по напряжению. Эти переключатели снабжены круглыми ручками, на которых нанесены пределы измерений.

Выбор необходимого предела измерения сопротивления производится не переключателями, а соответствующим включением штеккеров с соединительными проводами в гнездо + и в одно из гнезд с обозначениями ×1, ×10, ×100 или ×1 000 (эти гнезда находятся на стенке корпуса прибора).

Подключение прибора к исследуемым цепям для измерения тока, напряжения и емкости производится через специальные зажимы, расположенные на передней панели и снабженные соответствующими обозначениями.

Схема для измерения токов содержит шунт из сопротивлений R_1—R_{11}, включаемый параллельно стрелочному измерителю через контакты переключателя *А*. При измерении переменного тока стрелочный измеритель включается в диагональ выпрямительного моста, образованного полупроводниковыми диодами и сопротивлениями R_{16}, R_{19} и R_{23}.

При измерении постоянного напряжения переключатель *Б* соединяет стрелочный измеритель последовательно с добавочными сопротивлениями R_{32}, R_{35} — R_{45}. При измерении переменного напряжения стрелочный измеритель включается последовательно с этими же добавочными сопротивлениями в диагональ выпрямительного моста.

При измерении сопротивлений на пределах ×1, ×10 и ×100 схема омметра питается от гальванического элемента (1,3 ФМЦ-0,25), укрепленного внутри корпуса прибора. Установка стрелки прибора на нуль шкалы омметра производится переменным сопротивлением R_{17}, ручка которого выведена на боковую стенку корпуса прибора. Для измерения на пределах ×1 000 необходим внешний источник питания.

При измерении емкости прибор регулируется сопротивлением R_{17} так, чтобы стрелка прибора отклонилась на всю шкалу под действием переменного напряжения в 220 *в*, поданного на входные зажимы ✲ и *U*. Включение измеряемой емкости приводит к шунтированию прибора по переменному току, в результате чего отклонение стрелки уменьшается. Значение измеряемой емкости отсчитывают по шкале непосредственно в микрофарадах.

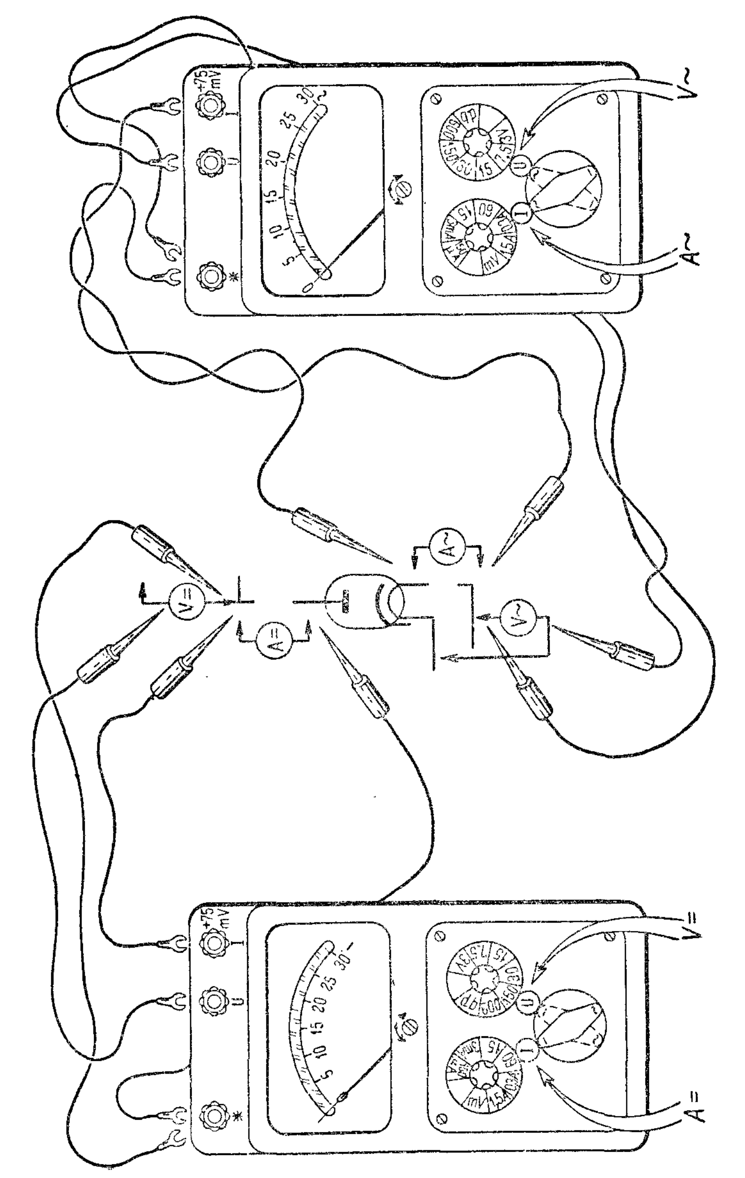


Рис. 14. Включение прибора Ц-57 для измерения постоянных и переменных токов и напряжений.

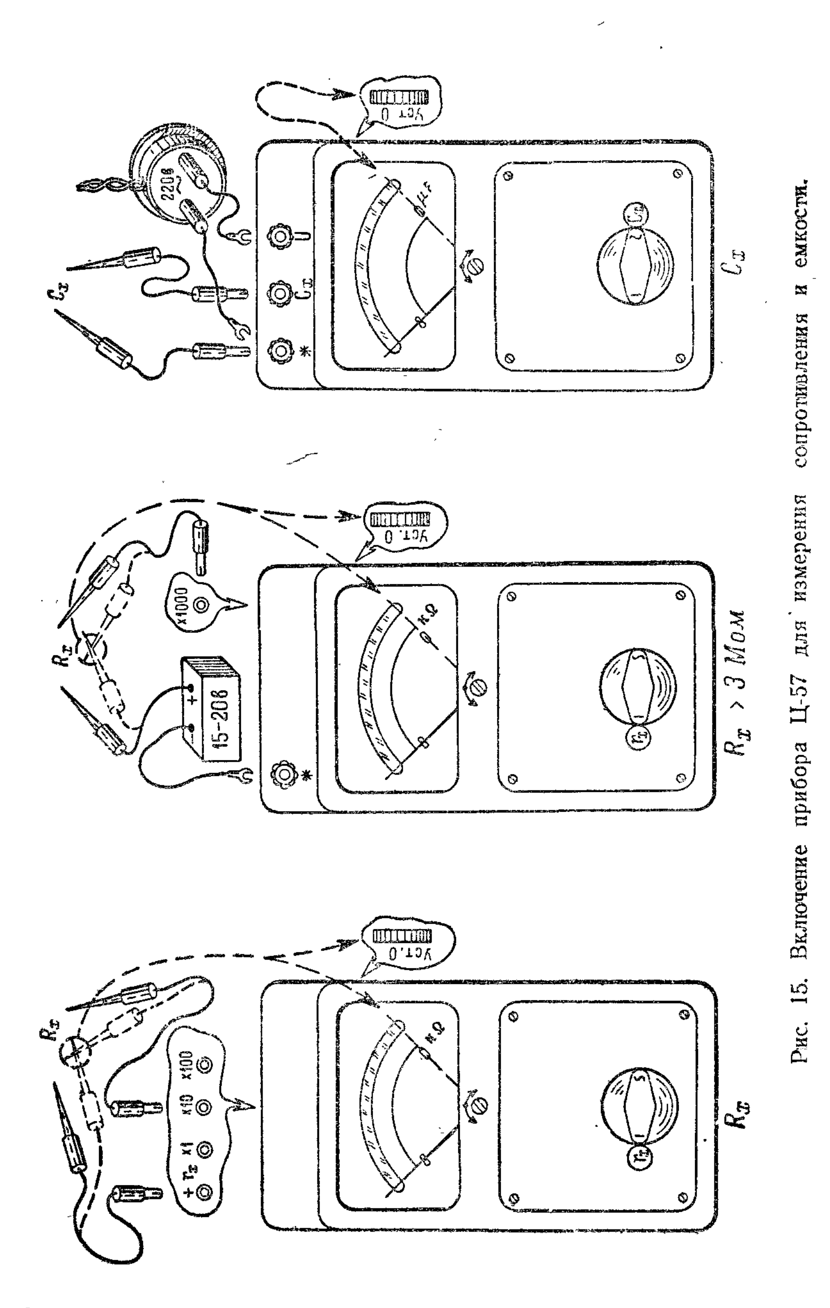


Рис. 15. Включение прибора Ц-57 для измерения сопротивления и емкости.

Измерение постоянных и переменных токов и напряжений. Включение прибора для этих измерений показано на рис. 14.

Прибор может быть использован также для измерения постоянного тока с наружным шунтом. Для этого его устанавливают на предел измерения mV постоянного тока. Переключатель вида измерения концом с обозначением — устанавливают в положение I, а переключатель пределов измерения токов (левый на передней панели прибора или переключатель A по обозначению на принципиальной схеме прибора) в положение mV. Наружный шунт подключают к зажимам ✲ $+75\ mV$. Отсчет производится пс шкале —.

Отметим, что прибор имеет самостоятельные цепи для измерения токов и для измерения напряжений (у этих цепей только одна общая точка, присоединенная к зажиму ✲). Поэтому его можно одновременно подключать и к исследуемой цепи для измерения напряжения и к исследуемой цепи для измерения тока, если эти цепи имеют общую точку соединения, которую можно подключить к зажиму ✲. В этом случае отсчет значения тока производится при установке переключателя видов измерения в положение I, а отсчет значения напряжения — в положение U. Перевод переключателя из одного положения в другое осуществляется без отключения прибора от исследуемых цепей.

Измерение сопротивления и емкости. Включение прибора для этих измерений показано на рис. 15. Следует особо отметить, что при измерении сопротивления переключатель пределов измерения по току не должен находиться в положении mV. Замыкание зажимов ✲ и C_x (например, при пробое измеряемого конденсатора) для прибора безопасно

Измерение уровня передачи. Шкала децибел отградуирована так, что нулевой ее отметке соответствует напряжение 0,775 *в*, если прибор включен на предел $3V$ измерения переменного напряжения. При измерении абсолютного уровня по напряжению переключатель вида измерений устанавливают в положение U концом ~, а переключатель пределов измерения напряжения в положение $3V$ или любое другое (в зависимости от величины напряжения на исследуемом участке цепи). Прибор включают в цепь зажимами ✲ и U. Отсчет уровня ведется непосредственно по шкале *db*, если измерение производится на пределе $3V$, или увеличивается по сравнению с прочитанной по шкале величиной, если измерение производится на другом пределе (см. таблицу).

Предел измерения, *в*	Увеличение отсчета по шкале *db*, *дб*
3	0
7,5	+8
15	+14
30	+20
150	+34
300	+40
600	+46

Следует учитывать, что сопротивление прибора на пределе измерения $3V$ составляет 600 *ом*, а на пределе измерения $7{,}5V$ оно равно 10 *ком*, и получить неискаженные результаты измерений можно лишь в том случае, если включение таких сопротивлений в исследуемую цепь мало сказывается на режиме ее работы.

АМПЕРВОЛЬТОММЕТР Ц-315

Прибор предназначен для измерений в лабораторных условиях постоянных и переменных токов и напряжений, а также сопротивления. Размеры прибора 90×130×210 *мм*.

Получение точных результатов измерений возможно только при особо тщательном соблюдении нормальных условий эксплуатации прибора, а именно: прибор должен находиться в строго горизонтальном положении; температура окружающего воздуха должна быть 20 ±5°С (дополнительная погрешность при изменении температуры в пределах 10—35°С—до 1,5% для измерений на постоянном токе и до 2,5% для измерений на переменном токе); необходим предварительный прогрев прибора в течение не менее 15 *мин* номинальным током соответствующего предела измерения; форма кривой измеряемого тока или напряжения должна быть синусоидальной; вблизи прибора не должно быть ферромагнитных масс и магнитных полей.

Схема и конструкция. Принципиальная схема прибора приведена на рис. 16.

Схема для измерений постоянного тока состоит из стрелочного измерителя и шунтов R_{12}—R_{24}, а для измерения переменного тока еще и из выпрямительного моста и сопротивлений R_{28}—R_{30}.

При измерении постоянного напряжения последовательно со стрелочным измерителем включаются дополнительные сопротивления R_1—R_{11}. При измерении переменного напряжения стрелочный измеритель выключается в диагональ выпрямительного моста, а дополнительными сопротивлениями служат R_3—R_{10}.

Схема измерения сопротивления включает в себя стрелочный измеритель, источник питания *Б* и переменное сопротивление R_{34}, при помощи которого производится установка стрелки прибора на нуль шкалы омметра. Ручка этого сопротивления имеет рифленое кольцо и выведена на переднюю панель соосно с ручкой переключателя $П_1$. Этим переключателем осуществляется выбор вида и предела измерения. Переход же с измерения постоянного тока и напряжения к измерению переменного и обратно производится переключателем $П_2$.

Измерение тока, напряжения и сопротивлеиия. Включение прибора для этих измерений показано на рис. 17.

ВОЛЬТОММЕТРЫ Ц-430 и Ц-430/1

Эти приборы предназначены для измерения постоянного и переменного напряжения, а также сопротивления. Прибор Ц-430/1 отличается от прибора Ц-430 только пониженным классом точности при измерении напряжения. Размеры приборов 48×88×128 *мм*.

Схема и конструкция. Принципиальная схема прибора приведена на рис. 18. Особенностью конструкции прибора является применение печатного монтажа. Все его детали (кроме реостата) расположены на печатной плате.

Переход от одного предела измерения к другому производится при помощи печатного переключателя. Для выпрямления измеряемого переменного напряжения служат полупроводниковые диоды, включенные по схеме моста. Сопротивления R_5—R_{11} являются добавочными при измерении напряжения.

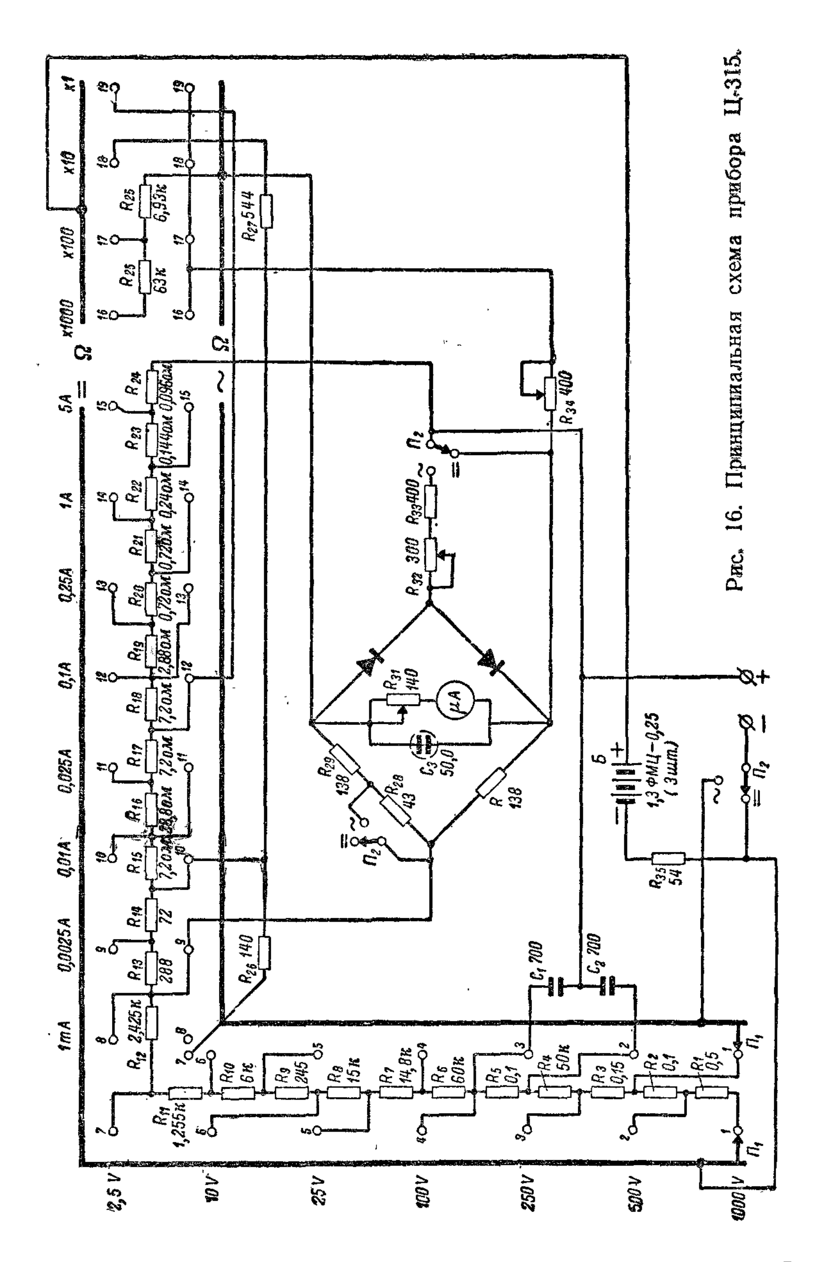


Рис. 16. Принципиальная схема прибора Ц-315.

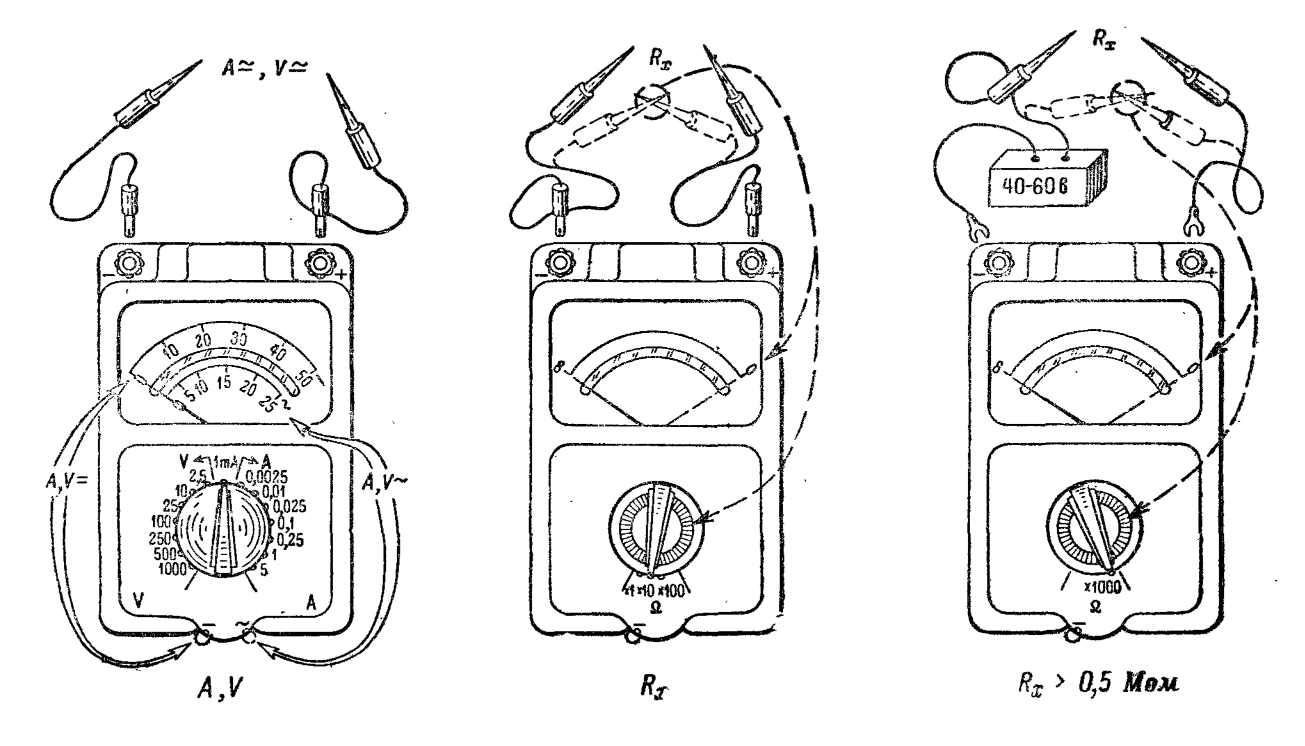


Рис. 17. Включение прибора Ц-315 для измерения напряжения, тока и сопротивления.

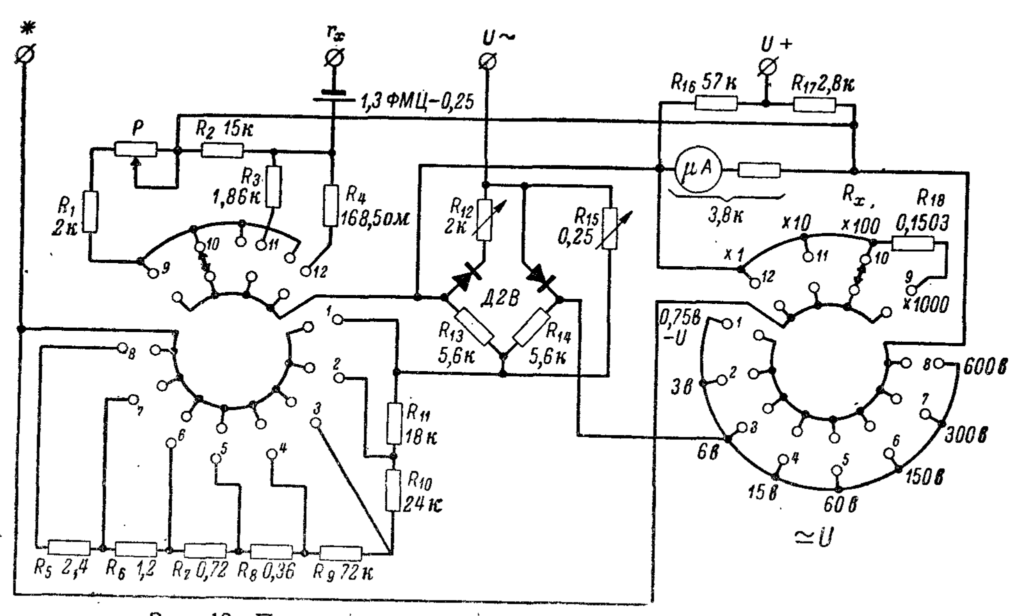


Рис. 18. Принципиальная схема приборов Ц-430 и Ц-430/I.

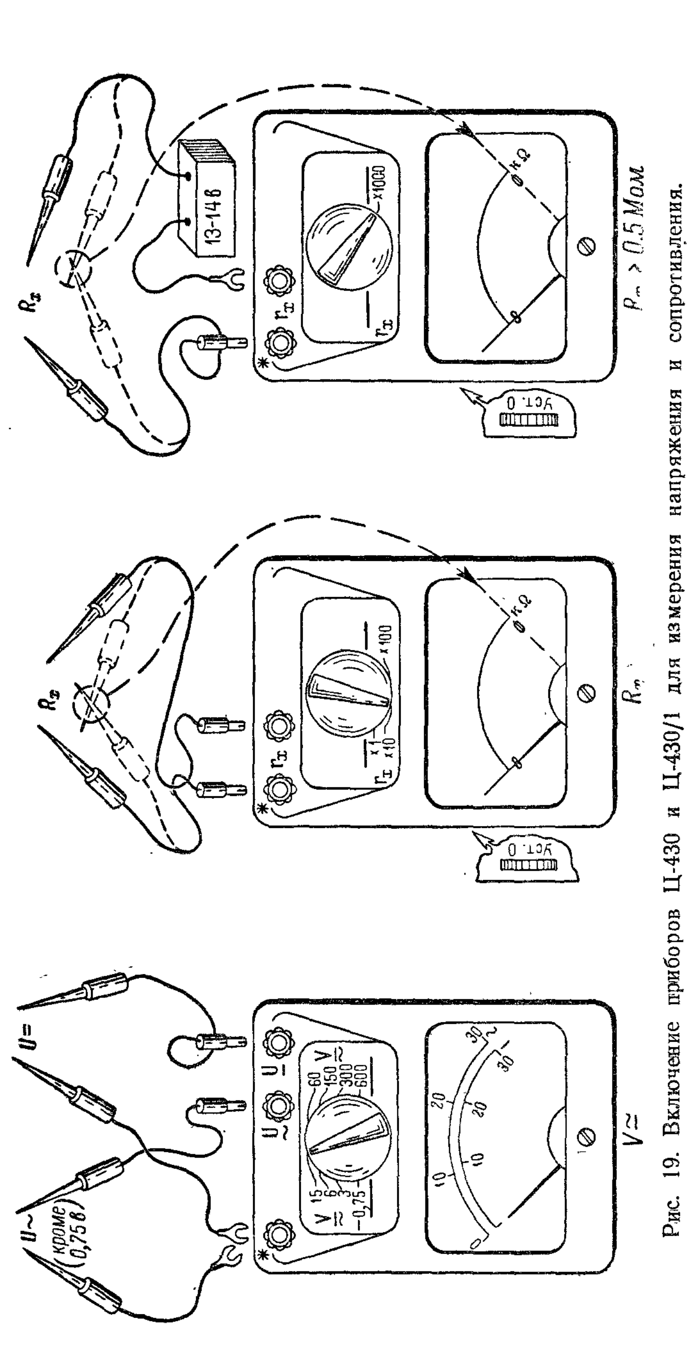


Рис. 19. Включение приборов Ц-430 и Ц-430/1 для измерения напряжения и сопротивления.

Установка стрелки прибора на нуль шкалы омметра производится реостатом *Р*, ручка которого выведена на боковую стенку корпуса прибора. Питание схемы омметра на пределах измерения ×1, ×10 и ×100 осуществляется от гальванического элемента 1,3 ФМЦ-0,25, укрепленного внутри прибора.

Измерение напряжения и сопротивления. Включение прибора для этих измерений показано на рис. 19.

На пределе измерения ×1 000 можно измерять сопротивления до 3 *Мом*. Однако прибор позволяет на этом пределе измерять сопротивления и до 30 *Мом*. Для этого напряжение внешнего источника питания омметра увеличивают до 150 *в*, а между источником и измеряемым сопротивлением включают дополнительное сопротивление в 1,51 *Мом*.

Измерение емкости. Включение прибора для измерения емкости показано на рис. 20. Определение значения измеряемой емкости

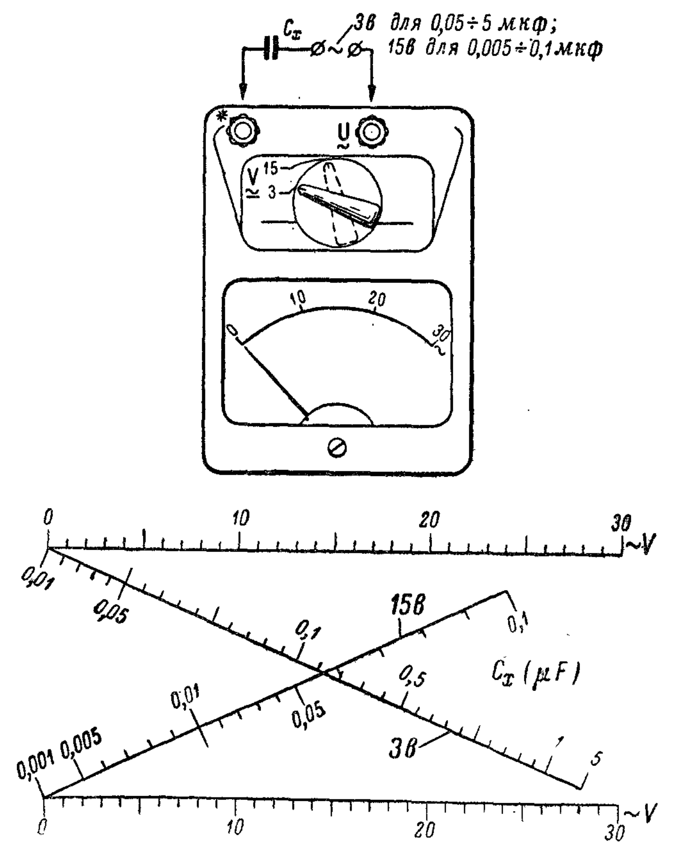


Рис. 20. Включение приборов Ц-430 и Ц-430/1 для измерения емкости.

производится путем пересчета по номограмме показаний прибора на шкале ~. При измерении емкостей в диапазоне 0,05—5 *мкф* переключатель пределов устанавливают в положение *3V* (напряжение внешнего источника питания 3 *в* частотой 50 *гц*), а при измерении диапазона 0,005—0,1 *мкф* переключатель пределов устанавливают в положение *15V* (напряжение внешнего источника увеличивают до 15 *в*).

Измерение постоянного тока. Используя предел измерения по напряжению *0,75,* можно с наружным шунтом измерять постоянный ток. Сопротивление шунта подсчитывают по формуле

$$R_{ш} = \frac{0,75}{I - I_{пр}},$$

где I — требуемый предел измерения тока, *а*;
$I_{пр}$ — ток, потребляемый прибором (125 *мка*).

При этом цена деления шкалы (в амперах) прибора равна I/30.

Использование прибора в качестве измерителя выхода. При использовании прибора измерителем выхода надо включить его для измерения переменного напряжения, установив переключатель на предел *3V*. В этом случае входное сопротивление прибора равно 24 *ком*. Если же по условиям работы прибор должен быть включен на другой предел измерения, то между зажимами ※ и *U* надо включить сопротивление. На пределе *6V* это сопротивление равно 48 *ком*, на пределе *15V* оно равно 30 *ком*, на пределе *60V* — 25 *ком* и на пределе *150V* — 24 *ком*.

ПРИЛОЖЕНИЯ

1. Электрические данные многопредельных комбинированных измерительных приборов

Виды и пределы измерений	Электрические данные приборов	Приборы					
		ТТ-1	ТТ-2	ТТ-3	АВО-5М	ПР-5М	Ц-20
	Напряжение постоянное, *в*	10—50—200—1 000	7,5—30—75—150—300—900	0,1—1—3—10—30—100—300—1 000	3—12—30—300—600—1 200—6 000	6—30—150—600	1,5—6—30—120—600
	Напряжение переменное, *в*	10—50—200—1 000	7,5—30—75—150—300—900	1—3—10—30—100—300—1 000	3—12—30—300—600—1 200—6 000	6—30—150—600	7,5—30—150—600
	Ток постоянный, *ма*	0,2—1—5—20—100—500	0,3—3—30—300—750	0,1—0,3—3—30—300—3 000	0,06—0,3—3—30—120—1 200—12 000	0,06—0,6—6—60—600	0,3—3—30—300—750
	Ток переменный, *ма*	—	—	—	3—30—120—1 200—12 000	—	—
	Сопротивление постоянному току	2 *ком* 20 *ком* 0,2 *Мом* 2 *Мом*	200 *ом* 20 *ком* 0,2 *Мом* 2 *Мом*	2 *ком* 20 *ком* 0,2 *Мом* 2 *Мом* 20 *Мом*	3 *ком* 0,3 *Мом* 30 *Мом*	500 *ом* 5 *ком* 50 *ком* 0,5 *Мом* 5 *Мом*	1 *ком* 10 *ком* 0,1 *Мом* 1 *Мом*
	Емкость до, *мкф*	—	—	—	—	—	—
	Уровень передачи, *дб*	—	—	—	—12÷+78	—	—

Продолжение

Электрические данные приборов		Приборы					
		ТТ-1	ТТ-2	ТТ-3	АВО-5М	ПР-5М	Ц-20
	Диапазон частот, *гц*	50 1 000	50 5 000	40 10 000	50 1 000	45 10 000	50 5 000
Основная погрешность, %	При измерении постоянного напряжения	±2,5	±4	±2,5	±3	±4	±4
	При измерении постоянного тока	±2,5	±2,5	±2,5	±3	±4	±
	При измерении переменного напряжения и тока	±4	±4	±4	±5	±4	±4
	При измерении сопротивления	±10	±4	±2,5	±10	±2,5	±4
Внутреннее сопротивление, *ком/в*	При измерении постоянного напряжения	5	2,5	10	20	16,67	10
	При измерении переменного напряжения	—	—	3,3	2	7	2

Продолжение

Электрические данные приборов		Приборы						
		Ц-51	Ц-52	Ц-55	Ц-56	Ц-57	Ц-315	Ц-430 Ц-430/1
Виды и пределы измерений	Напряжение постоянное, *в*	3–7,5–30–75–150–300–600	0,075–3–7,5–15–30–150–300–600	0,075–3–7,5–30–150–300–600	0,075–0,3–1,5 7,5–15–60–150–300–600	0,075–3–7,5–15–30–150–300–600	2,5–10–25–100–250–500–1 000	0,75–3–6–15–60–150–300–600
	Напряжение переменное, *в*	3–7,5–30–75–150–300–600	3–7,5–15–30–150–300–600	0,75–3–7,5–30–150–300–600	0,3–1,5–7,5–15–60–150	3–7,5–15–30–150–300–600	2,5–10–25–100–250–500–1 000	3–6–15–60–150–300–600
	Ток постоянный, *ма*	0,075–0,3–3–15–30–150–1 500–15 000	0,15–3–15–60–300–1 500	0,3–3–15–60–300–1 500	0,3–1,5–6–15–60 150–600–1 500–6 000	0,15–3–15–60–300–1 500	2,5–10–25–100–250–1 000 5 000	—
	Ток переменный, *ма*	3–15–30–150–1 500–15 000	3–15–60–300–1 500	0,3–3–15–60–300–1 500	1,5–6–15–60–150–600–1 500–6 000	3–15–60–300–1 500	2,5–10–25–100–250–1 000–5 000	—
	Сопротивление постоянному току	3 *ком* 30 *ком* 0,3 *Мом* 3 *Мом* 30 *Мом*	3 *ком* 30 *ком* 0,3 *Мом* 3 *Мом*	10 *ком* 0,1 *Мом* 1 *Мом* 10 *Мом*	3 *ком* 30 *ком* 0,3 *Мом* 3 *Мом*	3 *ком* 30 *ком* 0,3 *Мом* 3 *Мом*	5 *ком* 50 *ком* 0,5 *Мом* 5 *Мом*	3 *ком* 30 *ком* 0,3 *Мом* 3 *Мом*
	Емкость до, *мкф*	—	10	0,1	—	0,3	—	—
	Уровень передачи, *дб*	—3,8÷+57,9	—10÷+12	—10÷+12	—	—10÷+12	—	

Электрические данные приборов		Приборы						
		Ц-51	Ц-52	Ц-55	Ц-56	Ц-57	Ц-315	Ц-430 Ц-430/1
Диапазон частот, *гц*		30 10 000	45 1 000	45 5 000	45 10 000	45 1 000	45 1 000	60 10 000
Основная погрешность, %	При измерении постоянного напряжения	±1	±1,5	±2,5	±1	±1,5	±1,5	±2,5*
	При измерении постоянного тока	±1	±1,5	±2,5	±1	±1,5	±1,5	—
	При измерении переменного напряжения и тока	±1,5; ±2,5	±2,5	±4	±1,5	±2,5	±2,5	±2,5*
	При измерении сопротивления	±1	±1,5	±2,5	±1	±1,5	±2,5	±2,5
Внутреннее сопротивление, *ком/в*	При измерении постоянного напряжения	20	20	—	—	—	1	8
	При измерении переменного напряжения	2	2	—	—	—	0,4	

* У прибора Ц-430/1 погрешность ± 4%.

2. Данные стрелочных измерителей магнитоэлектрической системы

Марка	Назначение и основные характеристики
ИТ	Малогабаритный многопредельный прибор, применяемый в тестерах ТТ-1 и ТТ-2. Шкала имеет три ряда отметок, проградуированных на значения постоянного тока и напряжения, переменного напряжения, а также сопротивления. Класс точности 1,5. Предел измерения 150 *мка*. Рабочее положение горизонтальное. Габаритные размеры 100×83×54 *мм*. Вес 0,45 *кг*
М5	Малогабаритные тряскопрочные приборы, используемые в передвижных и стационарных радио- и электроустановках в качестве миллиамперметров с пределами измерения от 0—1 до 0—500 *ма* (с нулем слева и с нулем посередине), амперметров с пределами измерения от 0—1 до 0—1 500 *а* (с нулем слева и с нулем посередине), а также вольтметров с пределами измерения от 0—3 до 0—3 000 *в*. Класс точности 2,5. Падение напряжения на зажимах миллиамперметров и амперметров 75 *мв*. Длина дуги шкалы 50 *мм*. Рабочее положение вертикальное и горизонтальное. Габаритные размеры 63×63××51 *мм*. Вес 0,18 *кг*.
М24	Отличаются весьма малым собственным потреблением мощности, применяются в качестве стрелочных измерителей в стационарной и переносной радиоаппаратуре и радиоизмерительных приборах, а также электроустановках. Класс точности 1; 1,5 и 2,5. Пределы измерения от 0—50 до 0—500 *мка* с нулем слева, а также от 0—100 до 0—300 *мка* с нулем посередине. Длина шкалы 95 *мм*. Рабочее положение вертикальное или горизонтальное. Габаритные размеры 126×106×57 *мм*. Вес 0,45 *кг*.
М49 М494	Предназначены для измерения очень малых величин силы постоянного тока в радиоаппаратуре стационарного и передвижного типа. Пределы измерения прибора М494 от 0—50 до 0—100 *мка* (с нулем слева и с нулем посередине), а прибора М49 от 0—200 до 0—500 *мка* (с нулем слева и с нулем посередине). Класс точности 2,5. Длина дуги шкалы 60 *мм*. Рабочее положение вертикальное и горизонтальное. Габаритные размеры 83×83×53 *мм*. Вес 0,33 *кг*.
М130	Миниатюрные приборы, предназначенные для измерения малых величин постоянного тока в передвижных электро- и радиоустановках. Ток полного отклонения 10 *мка* при основной погрешности ±5% и 50 *мка* — при основной погрешности ±2,5%. Длина шкалы 30 *мм*. Рабочее положение вертикальное. Габаритные размеры 66×56×55 *мм*. Вес 0,11 *кг*.

Марка	Назначение и основные характеристики
М132	Предназначены для измерения малых величин постоянного тока в стационарных и передвижных радиотехнических устройствах. Пределы измерения от 0—10 до 0—300 *мка* (с нулем слева) и от 5—0—5 до 50—0—50 *мка* (с нулем посередине). Класс точности 1,5. Длина шкалы 50 *мм*. Рабочее положение вертикальное и горизонтальное. Габаритные размеры 80×80×68 *мм*. Вес 0,2 *кг*.
М216	Вибро- и тряскопрочные пыле- и брызгозащищенные приборы, предназначенные для измерения малых величин постоянного тока в радиоустановках передвижного типа. Пределы измерения от 0—50 до 0—1 000 *мка* (с нулем слева) и от 50—0—50 до 100—0—100 *мка* (с нулем посередине). Класс точности 2,5. Длина шкалы 37 *мм*. Рабочее положение вертикальное и горизонтальное. Габаритные размеры 63×63×51 *мм*. Вес 0,18 *кг*.
М220	Вибро- и тряскопрочные пыле- и брызгозащищенные приборы, предназначенные для измерения малых величин постоянного тока в радиоустановках передвижного типа. Пределы измерения от 0—50 до 0—100 *мка* при классе точности 1,5 (с нулем слева и с нулем посередине) и от 0—50 до 0—500 *мка* при классе точности 2,5 (с нулем слева и с нулем посередине). Длина шкалы 37 *мм*. Рабочее положение вертикальное и горизонтальное. Габаритные размеры 85×85×90 *мм*. Вес 0,2 *кг*.
М260	Вибро- и тряскопрочные пыле- и брызгозащищенные приборы, предназначенные для измерения малых величин постоянного тока в радиотехнических установках передвижного типа (в основном используются как индикаторы). Пределы измерения от 0—100 до 0—1 000 *мка* (с нулем слева и с нулем посередине). Класс точности 2,5 и 4,0. Рабочее положение вертикальное и горизонтальное. Габаритные размеры 56×43×43 *мм*. Вес 0,15 *кг*.
М261	Вибро- и тряскопрочные пыле- и брызгозащищенные приборы, предназначенные для измерения силы постоянного тока и постоянного напряжения в электро- и радиотехнических установках передвижного типа. Пределы измерения от 0—50 до 0—500 *мка* (с нулем слева и с нулем посередине). Класс точности 1,5 и 2,5. Рабочее положение вертикальное и горизонтальное. Габаритные размеры 63×63×56 *мм*. Вес 0,2 *кг*.
М262	Вибро- и тряскопрочные пыле- и брызгозащищенные приборы, предназначенные для измерения постоянного тока и напряжения в электро- и радиоустановках передвижного типа. Пределы измерения при использовании как миллиамперметра от 0—1 до 0—500 *ма* (с нулем слева) и от 1—0—1 до 100—0—100 *ма* (с нулем посередине), как амперметра от 0—1 до 0—10 *а*, как

Марка	Назначение и основные характеристики
	вольтметра от 0—0,035 до 0—300 *в*. Класс точности 2,5. Рабочее положение вертикальное и горизонтальное. Габаритные размеры 63×63×56 *мм*. Вес 0,2 *кг*.
М263	Вибро- и тряскопрочные пыле- и брызгозащищенные приборы, предназначенные для измерения постоянного тока и напряжения в электро- и радиоустановках передвижного типа. Пределы измерения как микроамперметра от 0—50 до 0—500 *мка* (с нулем слева и с нулем посередине), как вольтметра от 0—10 *мв* до 0—300 *в*. Класс точности 1,5—2,5 (для вольтметров). Рабочее положение вертикальное и горизонтальное. Габаритные размеры 83×83×56 *мм*. Вес 0,35 *кг*.
М264	Вибро- и тряскопрочные пыле- и брызгозащищенные приборы, предназначенные для измерения постоянного тока и напряжения в электро- и радиотехнических установках передвижного типа. Пределы измерения для миллиамперметров от 0—1 до 0—500 *ма* (с нулем слева) и от 1—0—1 до 100—0—100 *ма* (с нулем посередине), для амперметров от 0—1 до 0—10 *а*, для вольтметров от 0—0,075 до 0—300 *в*. Класс точности 2,5. Рабочее положение вертикальное и горизонтальное. Габаритные размеры 83×83×56 *мм*. Вес 0,35 *кг*.
М265	Вибро- и тряскопрочные пыле- и брызгозащищенные приборы, предназначенные для измерения постоянного тока и напряжения в электро- и радиотехнических установках передвижного типа. Пределы измерения микроамперметров от 0—50 до 0—1 000 *мка* (с нулем слева) и от 50—0—50 до 500—0—500 *мка* (с нулем посередине), милливольтметров от 0—10 до 0—45 *мв*. Класс точности 1,0 и 1,5. Рабочее положение вертикальное и горизонтальное. Габаритные размеры 126×106×56 *мм*. Вес 0,7 *кг*.
М358	Тряскопрочные и пылезащищенные приборы, предназначенные для измерения постоянного тока и напряжения в передвижных и стационарных радио- и электроустановках. Пределы измерения для миллиамперметров от 0—1 до 0—500 *ма* (с нулем слева и с нулем посередине), для амперметров от 0—1 до 0—1 500 *а* (с нулем слева и с нулем посередине), для вольтметров от 0—30 до 0—3 000 *в* (с нулем слева и с нулем посередине). Класс точности 2,5. Длина дуги шкалы 60 *мм*. Рабочее положение вертикальное и горизонтальное. Габаритные размеры 83×83×53 *мм*.
М363	Вибро- и тряскопрочные пыле- и брызгозащищенные приборы, предназначенные для измерения постоянного тока и напряжения в электро- и радиоустановках передвижного типа. Пределы измерения как микроамперметров от 0—50 до 0—500 *мка* (с нулем слева и с ну-

Марка	Назначение и основные характеристики
	лем посередине), вольтметров от 0—10 *мв* до 0—300 *в*. Класс точности 1,5 и 2,5 (для микроамперметров) и 2,5 (для вольтметров). Рабочее положение вертикальное и горизонтальное. Габаритные размеры 83×83×56 *мм*. Вес 0,35 *кг*.
М364	Тряскопрочные приборы, предназначенные для измерения постоянного тока и напряжения в передвижных и стационарных электро- и радиоустановках. Пределы измерения при использовании как миллиамперметра от 0—1 до 0—500 *ма*, амперметра от 0—1 до 0—50 *а*, вольтметра от 0—3 до 0—600 *в*. Класс точности 4. Рабочее положение вертикальное и горизонтальное. Габаритные размеры 43×43×43 *мм*. Вес 0,12 *кг*.
М592	Стационарные приборы, предназначенные для измерения очень малых величин постоянного тока в радиотехнической аппаратуре. Пределы измерения от 0—50 до 0—500 (с нулем слева) и от 50—0—50 и 100—0—100 *мка* (с нулем посередине). Класс точности 2,5. Длина дуги шкалы 50 *мм*. Рабочее положение вертикальное и горизонтальное. Габаритные размеры 63×63×51 *мм*. Вес 0,18 *кг*.
ПМ-70	Тряскопрочные приборы, предназначенные для измерения постоянного тока и напряжения в электро- и радиоустановках передвижного и стационарного типа. Пределы измерения при использовании как миллиамперметра от 0—3 до 0—500 *ма*, амперметра от 0—1 до 0—1 000 *а*, вольтметра от 0—3 до 0—1 000 *в*. Класс точности 1,5. Длина шкалы 60 *мм*. Рабочее положение вертикальное и горизонтальное. Габаритные размеры 76×76×54 *мм*. Вес 0,35 *кг*.
ПМС	Предназначены для измерения постоянного тока в радио технической аппаратуре передвижного и стационарного типа. Пределы измерения 0—100 *мка* и 0—1 *ма*. Класс точности для микроамперметров 1,5, для миллиамперметров 2,5. Длина шкалы 55 *мм*. Рабочее положение вертикальное и горизонтальное. Габаритные размеры 76×76×54 *мм*. Вес 0,38 *кг*.